

Pb-FREE SOLDER, AND CONNECTION LEAD WIRE AND ELECTRIC PART USING THE SAME

Publication number: JP2002263880

Publication date: 2002-09-17

Inventor: AOYAMA MASAYOSHI; ICHIKAWA TAKAO; KURODA HIROMITSU; NEMOTO TAKASHI; OTAKE ATSUSHI; HIRUTA HIROYOSHI

Applicant: HITACHI CABLE

Classification:

- international: B23K35/26; C22C13/00; C25D7/00; H01B5/02; H01L23/49; H05K3/34; H05K3/34; B23K35/26; C22C13/00; C25D7/00; H01B5/00; H01L23/48; H05K3/34; H05K3/34; (IPC1-7): B23K35/26; C22C13/00; C25D7/00; H01B5/02; H05K3/34

- European: B23K35/26B; H01L23/49

Application number: JP20010061650 20010306

Priority number(s): JP20010061650 20010306

Also published as:



US7148426 (B2)

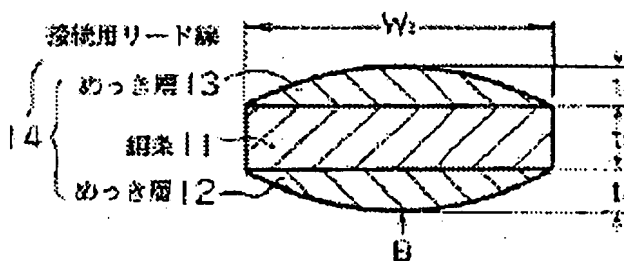
US2003024733 (A1)

Report a data error here

Abstract of JP2002263880

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide Pb-free solder the surface of which is not easily oxidized, a connection lead wire which is provided with excellent connecting strength of a characteristic, which is provided with a function for destroying a generated oxide film and a function for excluding tightly-held bubbles and which does not require an excessively thick plating layer, and to provide electric parts the surface of a connection element of which is not easily oxidized by applying the Pb free solder, thereby constituting a strong connection structure by a connection element.

SOLUTION: In the connection lead line 14 having solder-plated layers 12 and 13 on both surfaces of a copper strip 11, plated layers 12 and 13 are composed of the Pb-free solder including 0.002 to 0.015 mass% P with Sn as a main component and a cross section in the width direction of each copper strip of the plated layers 12 and 13 is formed in the shape of a circular arc with a center part B as a vertex.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-263880

(P2002-263880A)

(43) 公開日 平成14年9月17日(2002.9.17)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト ⁷ (参考)
B 2 3 K 35/26	3 1 0	B 2 3 K 35/26	3 1 0 A 4 K 0 2 4
C 2 2 C 13/00		C 2 2 C 13/00	5 E 3 1 9
C 2 5 D 7/00		C 2 5 D 7/00	G 5 G 3 0 7
H 0 1 B 5/02		H 0 1 B 5/02	A
H 0 5 K 3/34	5 1 2	H 0 5 K 3/34	5 1 2 C
審査請求 未請求 請求項の数13 OL (全 8 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-61650(P2001-61650)

(22) 出願日 平成13年3月6日(2001.3.6)

(71) 出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区大手町一丁目6番1号

(72) 発明者 青山 正義

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立

電線株式会社総合技術研究所内

(72) 発明者 市川 貴朗

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立

電線株式会社総合技術研究所内

(74) 代理人 100071526

弁理士 平田 忠雄

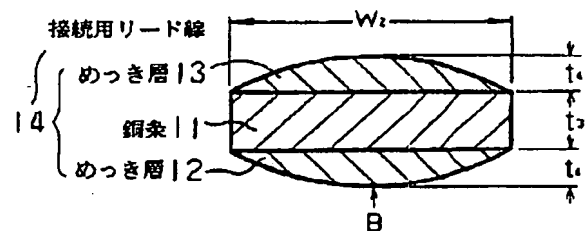
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 Pbフリー半田、およびこれを使用した接続用リード線ならびに電気部品

(57) 【要約】

【課題】 表面が酸化されにくいPbフリー半田と、この特質による優れた接続強度を備えたうえに、生成酸化膜に対する破壊作用と抱き込み気泡の排除作用とを備えるとともに、めっき層を過剰な厚さに形成する必要のない接続用リード線と、上記のPbフリー半田を適用することによって接続要素の表面が酸化されにくく、従って、接続要素による強固な接続構造を構成することのできる電気部品を提供する。

【解決手段】 銅条11の両面に半田によるめっき層12および13を形成した接続用リード線14において、めっき層12および13を、Snを主要な成分とし、0.002～0.015mass%のPを含むPbフリー半田によって構成し、さらに、めっき層12および13の銅条11の幅方向における断面形状を中央部Bを頂点とした円弧状に構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】Snを主要な成分として含む合金組成物より成るPbフリー半田において、

前記合金組成物は、0.002～0.015mass%のPを含むことを特徴とするPbフリー半田。

【請求項2】前記合金組成物は、2.0～5.0mass%のAg、0.01～2.0mass%のCu、0.002～0.015mass%のPおよび残部Snより成ることを特徴とする請求項1項記載のPbフリー半田。

【請求項3】前記合金組成物は、0.01～2.0mass%のCu、0.002～0.015mass%のPおよび残部Snより成ることを特徴とする請求項1項記載のPbフリー半田。

【請求項4】Snを主要な成分として含むPbフリー半田によるめっき層を銅条等の帯状導体の少なくとも片面に形成した接続用リード線において、前記めっき層は、0.002～0.015mass%のPを含み、かつ、その前記帯状導体の幅方向における断面が前記帯状導体の幅方向の適宜位置に頂点を有した膨らみ形状を有するように形成されていることを特徴とする接続用リード線。

【請求項5】前記膨らみ形状は、前記帯状導体の幅方向の適宜位置に頂点を有する円弧状、三角形あるいは階段状であることを特徴とする請求項4項記載の接続用リード線。

【請求項6】前記頂点は、前記帯状導体の幅方向に複数個形成されていることを特徴とする請求項4項記載の接続用リード線。

【請求項7】前記帯状導体は、その両側面が露出しているか、あるいはその両側面が前記めっき層の構成材である前記Pbフリー半田によって覆われていることを特徴とする請求項4項記載の接続用リード線。

【請求項8】Snを主要な成分として含むPbフリー半田より構成される接続要素を備えた構成体である電気部品において、前記接続要素は、0.002～0.015mass%のPを含むことを特徴とする電気部品。

【請求項9】前記構成体は、発電用ウエハの所定の領域と接続用リード線の接続構造において前記接続用リード線の表面に形成されためっき層を前記接続要素として有し、エチレンビニルアセートで封止されている太陽電池であることを特徴とする請求項8項記載の電気部品。

【請求項10】前記構成体は、フローあるいはリフローによって形成された半田処理部を前記接続要素として所定の個所に有するプリント基板であることを特徴とする請求項8項記載の電気部品。

【請求項11】前記構成体は、端子部としての複数の半田ボールを前記接続要素として所定の個所に配列したボールグリッドアレイ型プリント基板であることを特徴と

する請求項8項記載の電気部品。

【請求項12】前記構成体は、前記接続要素としてのめっき層を表面に形成した電線用の単線、撚線あるいは横巻シールド用素線であることを特徴とする請求項8項記載の電気部品。

【請求項13】前記構成体は、単線あるいは撚線の内部導体上に絶縁体を介して外部導体を形成し、前記内部導体および前記外部導体の表面に前記接続要素としてのめっき層を有する同軸ケーブルであることを特徴とする請求項8項記載の電気部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、Pbフリー半田、およびこれを使用した接続用リード線ならびに電気部品に関し、特に、表面が酸化されにくいPbフリー半田と、この特質による優れた接続強度を備えたうえに生成酸化膜に対する破壊作用と抱き込み気泡の排除作用とを備え、さらに、めっき層を過剰な厚さに形成する必要のない接続用リード線と、上記のPbフリー半田を適用することによって接続要素の表面が酸化されにくく、従って、接続要素による強固な接続構造を構成することのできる電気部品に関する。

【0002】

【従来の技術】基板上にシリコン結晶を成長させた半導体チップが太陽電池として活用されている。この太陽電池においては、シリコン結晶ウエハの所定の領域に接続用リード線を接合し、これを通じて出力する構成としてのが普通であり、通常、接続用リード線の表面には、ウエハとの接続のための半田めっき層が形成される。半田めっき層の構成材としては、古くより他の電気部品において実績のあるSn-Pb合金系の半田が使用されてきたが、最近においては、Pbによる環境への悪影響が懸念されるため、Pbを含まない他のめっき用半田への切り換えが検討されている。

【0003】これまで多用されてきたSn-Pb系半田は、リード線が有する導電性あるいは機械的強度等を保証しつつ、優れた濡れ性、高い接続強度あるいは取扱性等によって特徴づけられた有用性の高いめっき材料であり、従って、これに代わる半田めっき材としては、これらの諸性能において充分な特性を備えていることが必要となる。

【0004】従来、Sn-Pb系に代わるPbを含まないめっき材としては、Sn-Ag系、Sn-Bi系、あるいはSn-Cu系等の半田が有力視されており、前述した太陽電池における接続用リード線の接合のためのめっき層の構成材をはじめたとして、多くの電気部品における接続要素としての活用が期待されている。

【0005】図6は、太陽電池の構成例の概略を示したもので、1は太陽光を受け、電力を出力するシリコンウエハ、2は高出力を得るためにシリコンウエハ1の所定

の領域にできるだけ面積を制限して形成された Ag めっき部を示し、接続用リード線 3 は、この Ag メッキ部 2 の範囲内に納まるように接続される。

【0006】図 7 の (a) は、接続用リード線 3 の構成を示す。接続用リード線 3 は、銅条 4 の両面に半田めっき層 5 を形成して構成され、たとえば、この銅条 4 は、0.125 mm 程度の厚さ t_1 と 1.5 mm 程度の幅 W_1 を有して構成され、これに対してめっき層 5 は、20 ~ 30 μ m 程度の厚さ t_2 を有するように形成される。以上の構成において、前述した Sn-Ag 系、Sn-Bi 系、あるいは Sn-Cu 系等によるめっき層 12 を形成した接続用リード線の接合部は、Pb なしの、いわゆる Pb フリー半田を使用したリード線としては高レベルにあり、相応の評価を受けている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の Pb フリー半田によると、製造時あるいは使用時において表面への酸化膜生成が生じやすく、このため、特に、接続用リード線 3 を Ag めっき部 2 に接続するための加熱の際に、半田めっき層 5 が急速に酸化し、所定の接続強度を得にくいという問題を有している。

【0008】これは、Pb フリー半田が有する特有の問題であり、Pb を含まないための液相線の高温化による加熱温度上昇を原因として生ずるものであるが、さらに、この接続強度不足の問題は、材質的要因のみに起因するのではなく、接続用リード線 3 の構成によっても生じているところがある。

【0009】即ち、図 7 の (b) は、接続用リード線 3 と Ag めっき部 2 の接続状態を示したもので、銅条 4 上のめっき層 5 は、加熱によって溶かされ、加圧されて Ag めっき部 2 に押し付けられることによって接合されるが、加熱の際に半田めっき層 5 上に生成した酸化膜（図示せず）は、以上の加圧作用によって破られない傾向が大きく、このため、酸化膜が接続状態に悪影響を及ぼすことも、接続強度不足の大きな要因として挙げられる。

【0010】また、以上に述べた接続強度不足の問題は、そのおおよそ影響が単に接続強度面だけにとまらず、他の特性にも影響を与える要因ともなる。即ち、従来の太陽電池に使用される接続用リード線においては、接続強度不足を半田量によってカバーすべく、通常、めっき層 5 を厚く設計することが行われているが、半田量を多くすることは、所定の領域外への半田の流れを意味し、このため、図 7 の (b) の A に示されるように、Ag めっき部 2 からハミ出た半田によってシリコンウエハ 1 が部分的に覆われ、太陽電池としての出力効率を低下させる問題を招くことになる。

【0011】さらに、接続用リード線 3 の構造を原因とした他の問題として、半田接合部への気泡の抱き込みが挙げられる。加熱接続時に半田メッキ層 5 上の酸化膜を破れないリード線 3 の構成は、同時に、そのめっき層 5

の流動性の不足から空気の抱き込みを招くこととなり、このため、抱き込んだ気泡が原因して接続抵抗を高くし、発生電力の出力効率の低下の要因となる。

【0012】また、以上に述べた問題のうち、表面への酸化膜生成の問題は、ひとり太陽電池だけの固有の問題ではなく、他の電気部品においても憂慮すべき問題である。たとえば、フローあるいはリフローによって Pb フリー半田処理部を形成したプリント基板、端子として複数の Pb フリー半田ボールを配列したボールグリッドアレイ型プリント基板、表面に Pb フリー半田めっき層を形成した電線用の単線、撚線または横巻きシールド線、あるいは単線または撚線形式の極細合金線の内部導体上に絶縁体を介して極細合金線の外部導体を設け、内部および外部導体の表面に Pb フリー半田めっき層を形成した医療用またはパーソナルコンピュータ用同軸ケーブルなどのように、Pb フリー半田を接続要素として備えた電気部品においても酸化膜生成は明らかに好ましくなく、製品の安定性および信頼性を損なう要因となる。

【0013】従って、本発明の目的は、表面が酸化されにくい Pb フリー半田を提供することにある。また、本発明の他の目的は、表面が酸化されにくい Pb フリー半田によるめっき層を有するとともに、めっき層の表面に生成した酸化膜を容易に破ることができ、従って、酸化膜による接続強度への悪影響をなくし、過剰な厚さのめっき層を形成する必要のない有利な特質を備えたと同時に、接続時の抱き込み気泡を排除することによって接続抵抗の上昇を抑制することのできる接続用リード線を提供することにある。さらに、本発明の他の目的は、接続要素として表面が酸化されにくい Pb フリー半田を適用することにより、接続要素による強固な接続構造を構成することのできる電気部品を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の目的を達成するため、Sn を主要な成分として含む合金組成物より成る Pb フリー半田において、前記合金組成物は、0.002 ~ 0.015 mass % の P を含むことを特徴とする Pb フリー半田を提供するものである。

【0015】また、本発明は、上記の目的を達成するため、Sn を主要な成分として含む Pb フリー半田によるめっき層を銅条等の帯状導体の少なくとも片面に形成した接続用リード線において、前記めっき層は、0.002 ~ 0.015 mass % の P を含み、かつ、その前記帯状導体の幅方向における断面が前記帯状導体の幅方向の適宜位置に頂点を有した膨らみ形状を有するように形成されていることを特徴とする接続用リード線を提供するものである。

【0016】さらに、本発明は、上記の目的を達成するため、Sn を主要な成分として含む Pb フリー半田より構成される接続要素を備えた構成体である電気部品において、前記接続要素は、0.002 ~ 0.015 mass

s%のPを含むことを特徴とする電気部品を提供するものである。

【0017】本発明の最大の特徴は、Pを成分として含むことによって酸化膜を生成しにくいPbフリー半田を構成することにより、このためには、Pの含有量を0.002~0.015mass%に限定する必要がある。Pの量をこの範囲に限定する理由は、Pの含有量が0.002mass%未満では、酸化膜生成に対する充分な抑制効果が得られないこと、一方、0.015mass%を超過すると、半田製造の際にPの濃度がばらついて、均質な特性のPbフリー半田を製造できないことによる。

【0018】本発明によって得られるPbフリー半田の具体的かつ好ましい組成例としては、以下を挙げることができる。また、Bi入りPbフリー半田は、接続部の熱疲労特性を低下させるため好ましくない。

【組成例1】・Ag:2.0~5.0mass%
・Cu:0.01~2.0mass%
・P:0.002~0.015mass%
・Sn:残部

【0019】

【組成例2】・Cu:0.01~2.0mass%
・P:0.002~0.015mass%
・Sn:残部

【0020】本発明の接続用リード線において、Pbフリー半田より構成されるめっき層の断面を、帯状導体の幅方向の適宜位置に頂点を有する膨らみ形状を有するように形成する理由は、接続対象物に接続用リード線を押し付けたとき、加熱溶解したPbフリー半田のめっき層に帯状導体の両サイドへ向けての流動を生じさせ、これによって、めっき層表面の生成酸化膜を効率よく破ると同時に、流動の際の抱き込み気泡をリード線の両サイドに効率的に排除するためである。

【0021】従って、膨らみの形状としては、以上の機能を効果的に発揚できるものであることが好ましく、多くの場合、帯状導体の幅方向の中央部が膨らんだ円弧状に形成される。円弧状以外の形状としては、帯状導体の幅方向の中央部を頂点とする三角形状、あるいは中央部を頂点とする数段の階段状に形成すること等が考えられ、これらの形状によっても所定の酸化膜破壊効果および気泡排除効果を得ることができる。

【0022】膨らみ形状を帯状導体の幅方向に複数個形成し、これによって生成酸化膜を多くの位置で破壊して、酸化膜下より露出させられるピュアな半田の面積増を図るとともに、抱き込み気泡の排除効果を高めることは可能である。

【0023】帯状導体へのPbフリー半田めっき層の形成は、多くの場合、その両面に対して行われるが、接続用リード線の用途によっては片面だけでもよい。また、前者の場合、帯状導体の両側面は露出していてもよ

いが、帯状導体を外的作用より保護する必要がある場合には、めっき層を構成するPbフリー半田によって覆う構成が好ましい。

【0024】本発明の電気部品における接続要素とは、たとえば、太陽電池のウエハの所定の領域とリード線との接続構造においてリード線上に形成されためっき層、所定の個所にフローまたはリフローによって形成された半田処理部を有するプリント基板の前記半田処理部、あるいは端子部としての複数の半田ボールを表面に配列したボールグリッドアレイ型プリント基板における前記半田ボール等がこれに相当する。

【0025】また、表面にめっき層を形成した電線用の単線、撚線または横巻きシールド線における前記めっき層、あるいは単線または撚線の内部導体上に絶縁体を介して外部導体を形成した同軸ケーブルにおける前記内部導体および外部導体上のめっき層もこれに相当し、これらはいずれも、Pbフリー半田により構成したとき、酸化膜の生成とそれによる接続強度不足の影響をなくすることが強く望まれていたものであり、従って、これらの接続要素を本発明のPbフリー半田によって構成することは、技術的に見て、極めて意義深いものとなる。

【0026】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態を説明する。図1は、本発明による接続用リード線の実施の形態を示したもので、11は銅条、12および13は銅条11の両面に形成された本発明のPbフリー半田によるめっき層を示し、それぞれ銅条11の幅方向の中央部Bを頂点とする円弧状の断面形状を有して形成されている。

【0027】図2は、以上の接続用リード線14を図6と同類の太陽電池のリード線接続構造に適用したときの構成図であり、酸化膜を生成しにくいことが後述において実証されるPbフリー半田によって構成されためっき層12は、シリコンウエハ15上のAgめっき部16への良好な接続性を有しているとともに、まず、図2の(a)に示されるように、Agめっき部16に対して加圧力Pによって押し付けられる。

【0028】Agめっき部16に対して押し付けられる結果、断面形状が円弧状を呈して加熱溶解している下側のめっき層12には、矢印Fの方向に流動が生ずることとなり、これにより、めっき層12の表面に生成した酸化膜（仮に、高温加熱によって生成したとして。図示せず）は、この流動によって破られ、酸化膜の下より露出したピュアな半田成分がAgめっき部16との接続に供される。

【0029】従って、めっき層12とAgめっき部16の間には、めっき層12が有する酸化膜を生成しにくい性質と以上の酸化膜破壊のメカニズムとの相乗作用によって高い接合力が生ずることとなり、これによって両者間には、所定の強度を有した接続構造が形成されること

になる。

【0030】また、めっき層12に矢印F方向の流動が生ずる結果、流動時に抱き込まれた気泡は、加圧力Pによってめっき層12が薄肉化されるのに伴ってF方向に押しやられて効率的に排除され、これにより、従来の接続構造において支障となっていた気泡の抱き込みによる接続抵抗の増加と、それを原因とした出力効率の低下の問題も、効果的に解決されることとなる。

【0031】図2の(b)は、接続完了後の断面構造を示したもので、上述のように強固な接続が得られることを見越して適度な厚さに設計されためっき層12は、従来のように過剰な厚さを有しないためにAgめっき部16の範囲内に確実に納まり、従って、この結果、図7の(b)のようなハミ出し部Aの発生による出力効率の低下問題も未然に防がれる。なお、上側に位置するめっき層13は、加熱によって流動し、図示されるような平坦な形状となる。

【0032】図3は、本発明による接続用リード線の他の実施の形態を示したもので、めっき層12および13に膨らみ部を2個ずつ形成した例である。膨らみ部を2個形成する結果、加圧の際にF2およびF3の2方向の流動が発生することとなり、その分、生成酸化膜が数多く破れることによる露出半田部位の増と、抱き込み気泡の排除効果の向上とを期待することができる。

【0033】図4は、図1の接続用リード線を製造する装置の要部を示したものである。非酸化性ガスによって表面を覆われた半田浴17にダイス18を配置し、下方より半田浴17中を通過させた銅条11をダイス18に通し、これを上方に引き上げることによってめっき層12および13を付着形成するもので、その出口の液面H1のレベルは、半田浴17の浴面H2より常に下方に位置させられる。

【0034】また、図1に示されるめっき層12および*

*13の円弧状の形状と厚さt4は、銅条11の厚さ寸法t3と幅寸法W2、半田浴17の温度、銅条11の引き上げ速度、ダイス18と銅条11の間隔g、ダイス18の形状、および半田浴17の表面張力によって制御され、なかでも、半田浴17の表面張力が大きく影響する。

【0035】次に、図4の装置を使用して製造された本発明の実施の形態による接続用リード線において、めっき層12および13が示す酸化膜の形成のしにくさに関して述べる。表1は、図1においてt3=0.160mm×W2=2.0mm、およびt3=0.150mm×W2=1.5mmの2種類の銅条11を準備し、これらのそれぞれに、図4の装置によってPを含むPbフリー半田とPを含まないPbフリー半田より構成されるめっき層12および13を形成し、その加熱試験時の酸化膜生成の度合を比較したものである。

【0036】Pを含む本発明によるPbフリー半田としては、Sn-3.0mass%Ag-0.5mass%Cu-0.01mass%Pの組成を有する半田を使用し、一方、Pを含まない従来例のPbフリー半田としては、Sn-3.0mass%Ag-0.5mass%Cuの組成より成る半田を使用した。なお、これらの溶解特性を示差熱分析装置(DSC)を使用して確認したところ、熔融開始温度が217.2℃および熔融時ピーク温度が220℃であり、同じ特性を示した。

【0037】加熱試験は、サンプルをホットプレート上に載置して所定の温度に1分間加熱したときの、めっき層12および13上への酸化膜の生成状況を観察することによって行った。酸化膜の生成は、めっき層表面の変色によって容易に確認することができる。なお、表において、○は変色なし、△は僅かな変色、×は変色大を意味する。

【0038】

【表1】

銅条11のサイズ (mm)	—	Pの有無	加熱温度(℃)			
			200	250	300	350
0.160 × 2.0	本発明	有	○	○	○	△
	従来例	無	○	×	×	×
0.160 × 1.5	本発明	有	○	○	○	△
	従来例	無	○	×	×	×

【0039】表1によれば、本発明による接続用リード線が300℃まで酸化膜を生成させず、350℃になってはじめて僅かな酸化膜の生成が認められる程度であるのに比べ、従来例の場合には、250℃において既に明確な酸化膜を生成させており、両者間には、明らかな差が認められる。

【0040】図5は、めっき層に生成した酸化膜の厚さをオージェ分析によって測定した結果である。同図によると、従来例が250℃において急激な酸化膜の厚さ増(6μm)を示しているのに比べ、本発明の場合には、

300℃においても、なお、2μm未満の厚さにとどまっている。表1に示された試験結果を明白に裏付けているとともに、本発明による効果が顕著に現れている。

【0041】表2は、本発明のPbフリー半田におけるPの含有量と酸化膜生成性との関係をまとめたものである。加熱試験は、前述と同一方法により行った。また、表中の○、△および×は、前述と同じ意味である。

【0042】

【表2】

Pを除く組成 (mass%)	P含有量 (mass%)	加熱温度 (℃)			
		200	250	300	350
Sn-3.0Ag-0.5Cu	0	○	×	×	×
	0.001	○	×	×	△
	0.002	○	○	○	△
	0.010	○	○	○	△
	0.015	○	○	○	○
Sn-0.7Cu	0	○	×	×	×
	0.001	○	×	×	△
	0.002	○	○	○	△
	0.010	○	○	○	△
	0.015	○	○	○	○
Sn-2.0Ag-0.1Cu	0.01	○	○	○	△
Sn-0.05Cu	0.01	○	○	○	△
Sn-0.2Cu	0.01	○	○	○	△

【0043】表2によると、Pを除く組成がSn-Ag-Cu、Sn-Cuより構成されるすべてのPbフリー半田において、Pの含有量を0あるいは0.001mass%に設定するときいずれも250℃において明確な酸化膜の生成を意味する×レベルの変色を示しているのに比べ、Pの含有量が0.002～0.015mass%のときには、350℃で僅かな変色を示すか、あるいは350℃においても、なお、変色を示さない水準に改善されていることが認められる。従って、本発明において、0.002mass%とするP含有量の下限値が重要な構成要件となることは、以上の結果によって明白である。

【0044】太陽電池の製造においてSi基板に半田めっき平面線を半田付け後、EVA（エチレンビニルアセテート）で封止することがあるが、その際半田が酸化しているとEVAとの間に剥離が生じる等の問題が生じる。本発明品を用いればこれが解消される。

【0045】なお、本発明のPbフリー半田を、プリント基板のフローまたはリフローによる半田処理部、あるいはボールグリッドアレイ型プリント基板の端子部を構成する半田ボール等の接続要素に適用したとき、当該P*

*bフリー半田による酸化膜を生成しにくい特質に基づいて、優れた接続強度の接続要素を備えた電気部品を構成できることは、表1、表2および図5に示された結果より容易に推察されるところである。

【0046】また、表3は、本検討のSn-Ag-Cu系、Sn-Cu系半田を用いたリード線とそれぞれの半田にBiを微量添加した半田を用いたリード線をシリコンウエハのAg電極に接合した製品の熱サイクル試験後の接合部の剥離強度の評価結果を示す。熱サイクル試験は、-30℃で試料を1h放置した後、80℃に加熱し1h放置し、これを100サイクル実施した。試験後にウエハとリード線を剥離し、その際の強度と試験前の強度を求め、剥離強度低下率を評価した。表から明らかなように、Biを添加したリード線の剥離強度は、無添加のものに比べて熱サイクル試験後の剥離強度低下率が大

きい。したがって、本リードには、Bi入りのPbフリー半田めっきの適用は、長期信頼性の観点から好ましくない。

【0047】

【表3】

P,Biを除く組成 (mass%)	P含有量 (mass%)	Bi含有量 (mass%)	剥離強度 低下率*
Sn-3.0Ag-0.5Cu	0.002	—	3%
	0.010	—	5%
	0.015	—	5%
Sn-0.7Cu	0.002	—	2%
	0.010	—	5%
	0.015	—	5%
Sn-3.0Ag-0.5Cu	0.002	1.0	21%
	0.010	3.0	25%
	0.015	5.0	30%
Sn-0.7Cu	0.002	1.0	22%
	0.010	3.0	26%
	0.015	5.0	30%

* (試験前の剥離強度－試験後の剥離強度) / 試験前の剥離強度 × 100

【0048】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、

Snを主要な成分とするPbフリー半田に0.002～0.015mass%のPを含ませることによって酸化

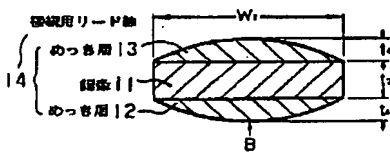
膜を生成しにくい有用な半田を提供できるものであり、Pbフリー半田の信頼性を高めるうえにおいて、その効果は大である。また、本発明によれば、このPbフリー半田を接続用リード線のめっき層に適用するとともに、めっき層を、その断面が帯状導体の幅方向の適宜位置に頂点を有した膨らみ形状を有するように形成することによって、生成酸化膜の破壊と抱き込み気泡の排除がしやすく、めっき層を過剰な厚さに形成する必要のない接続用リード線を提供し、さらに、上記のPbフリー半田を電気部品の接続要素に適用することによって、接続強度に優れた接続要素を備える電気部品をも提供するものであり、その各種分野におよぼす効果には特筆すべきものがある。

【図面の簡単な説明】

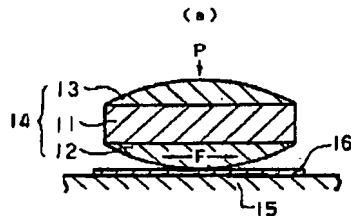
【図1】本発明による接続用リード線の実施の形態を示す説明図。

【図2】図1の接続用リード線の接続のメカニズムを示す説明図であり、(a)は接続前、(b)は接続後の状態を示す。

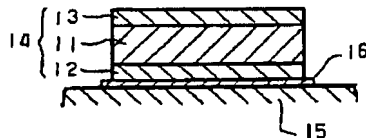
【図1】



【図2】



(b)



【図3】本発明による接続用リード線の他の実施の形態を示す説明図。

【図4】本発明による接続用リード線を製造するための装置の例を示す説明図。

【図5】本発明および従来のPbフリー半田を使用した接続用リード線における加熱温度と生成した酸化膜の厚さとの関係を示す説明図。

【図6】太陽電池の構成例の概略を示す説明図。

【図7】従来の接続用リード線の構成を示す説明図であり、(a)は断面図、(b)は太陽電池に接続した状態を示す。

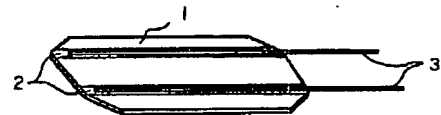
【符号の説明】

- 11 銅条
- 12、13 めっき層
- 14 接続用リード線
- 15 シリコンウエハ
- 16 Agめっき部
- 17 半田浴
- 18 ダイス

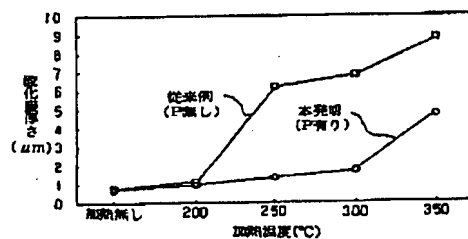
【図3】



【図4】

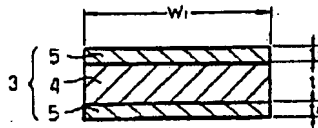


【図5】

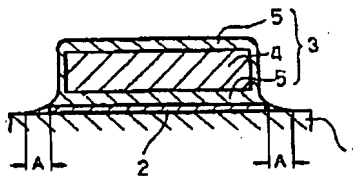


【図 7】

(a)



(b)



フロントページの続き

(72)発明者 黒田 洋光
茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立
電線株式会社総合技術研究所内
(72)発明者 根本 孝
茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立
電線株式会社総合技術研究所内

(72)発明者 大竹 敦志
茨城県日立市川尻町4丁目10番1号 日立
電線ファインテック株式会社内
(72)発明者 蛭田 浩義
茨城県日立市川尻町4丁目10番1号 日立
電線株式会社豊浦工場内

Fターム(参考) 4K024 AA21 BB09 BB11
5E319 AB01 AB05 AC01 BB01 BB04
BB08 CC33 GG03
5G307 BA03 BB09 BC03